

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001299

International filing date: 25 January 2005 (25.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-044967  
Filing date: 20 February 2004 (20.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 June 2005 (02.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 2月 20日

出願番号  
Application Number: 特願 2004-044967

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

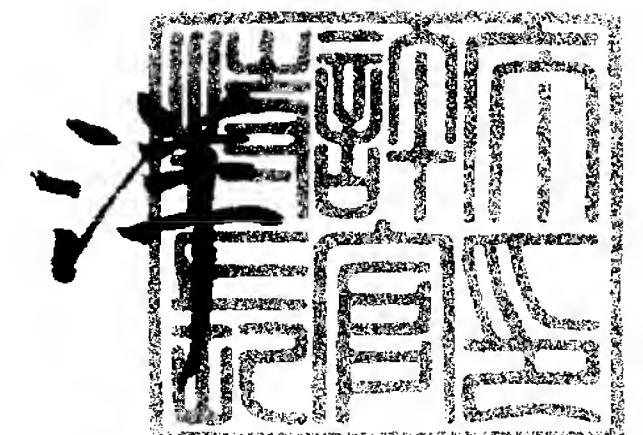
J P 2004-044967

出願人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2005年 5月 20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PY20040002  
【提出日】 平成16年 2月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F01N 5/02  
F02G 5/02

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 小川 正宏

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 三谷 信一

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100068755  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】  
【識別番号】 100105957  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008268  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9710232  
【包括委任状番号】 0101646

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

スクロール型圧縮機と、

該スクロール型圧縮機の旋回運動に連動するスクロール型膨張機と、

前記スクロール型圧縮機から前記スクロール型膨張機へ送られる圧縮された作動流体を加熱する加熱装置と、

を備えたことを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 2】

請求項 1において、前記スクロール型圧縮機の圧縮旋回スクロールと前記スクロール型膨張機の膨張旋回スクロールとは旋回運動する旋回隔壁の両側に設けられ、

前記旋回隔壁の前記圧縮旋回スクロール側には、内部に圧縮固定スクロールを形成した圧縮機ケースが摺動可能に密着あるいは狭い空隙を挟んで対峙することで前記圧縮旋回スクロールと前記圧縮固定スクロールとが組み合わされて前記スクロール型圧縮機が形成され、

前記旋回隔壁の前記膨張旋回スクロール側には、内部に膨張固定スクロールを形成した膨張機ケースが摺動可能に密着あるいは狭い空隙を挟んで対峙することで前記膨張旋回スクロールと前記膨張固定スクロールとが組み合わされて前記スクロール型膨張機が形成されていることを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 3】

請求項 2において、前記スクロール型圧縮機は、前記スクロール型膨張機から前記旋回隔壁への伝熱を、前記圧縮機ケースを介して外界に放出することを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 4】

請求項 2又は 3において、前記スクロール型膨張機は、導入された作動流体を、膨張前に前記膨張機ケースに設けた吸熱室に導入することにより該吸熱室の壁部を介して膨張中の作動流体を加熱することを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかにおいて、前記スクロール型圧縮機は大気を取り込んで作動流体として圧縮し、前記スクロール型膨張機は作動流体の膨張後に作動流体を大気に放出することを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記加熱装置は、熱交換により外部の熱を作動流体に伝達する熱交換器として形成されていることを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 7】

容積型圧縮機と、

該容積型圧縮機の圧縮運動に連動して旋回運動するスクロール型膨張機と、

前記容積型圧縮機から前記スクロール型膨張機へ送られる圧縮された作動流体を加熱する加熱装置と、

を備えたことを特徴とするブレイトンサイクル装置。

【請求項 8】

圧縮機から膨張機へ送られる圧縮された作動流体を、内燃機関の排気流路の流路壁からの熱伝達により加熱するブレイトンサイクル装置を用いた熱エネルギー回収装置により排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収することを特徴とする内燃機関の排気熱エネルギー回収装置。

【請求項 9】

請求項 8において、前記熱エネルギー回収装置として、請求項 6に記載のブレイトンサイクル装置を用い、前記熱交換器を、内燃機関の排気に接触させて配置したことにより、排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収することを特徴とする内燃機関の排気熱エネルギー回収装置。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 において、前記排気流路を二重管として構成し、該二重管の内側通路と外側通路との間で、排気と前記ブレイトンサイクル装置の作動流体との間で熱交換することを特徴とする内燃機関の排気熱エネルギー回収装置。

【請求項 11】

請求項 8 において、前記熱エネルギー回収装置として、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のブレイトンサイクル装置を用いて排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収するとともに、前記旋回隔壁及び前記圧縮機ケースは高熱伝導性材料にて形成し、前記膨張機ケースは耐熱性材料にて形成したことを特徴とする内燃機関の排気熱エネルギー回収装置。

【請求項 12】

請求項 11 において、前記高熱伝導性材料としてアルミニウム合金を用い、前記耐熱性材料として鉄合金製を用いたことを特徴とする内燃機関の排気熱エネルギー回収装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ブレイトンサイクル装置及び内燃機関の排気熱エネルギー回収装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブレイトンサイクルを実現する装置及びブレイトンサイクルを利用した内燃機関の排気熱エネルギー回収装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の燃費を向上させるために燃焼後に排出される排気エネルギーを回収する装置が知られている。例えば車両に内燃機関と共にランキンサイクル装置を搭載して、排気熱エネルギーによりランキンサイクル装置中に配置されている蒸発器により装置内部の水を加熱して高温高圧蒸気を発生させて、膨張器にて動力を発生させるものが提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0003】

これ以外にはスターリングエンジンなどの熱利用エンジンを内燃機関に組み合わせたり（例えば特許文献2参照）、あるいはスクロール膨張機内に直接排気を導入して（例えば特許文献3参照）、排気エネルギーを回収することが提案されている。

【特許文献1】特開2003-120281号公報（第3頁、図2）

【特許文献2】特開2001-99003号公報（第2-3頁、図1）

【特許文献3】特開2003-138933号公報（第4-6頁、図1-3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、前記特許文献1のような装置では蒸発器、膨張器、凝縮器、ポンプ及び作動流体としての水が必要となるため、装置の容積や重量が大きくならざるを得ない。したがって排気熱エネルギーを効率的に回収できたとしても、装置の駆動エネルギーや車両重量が過大となってほとんど燃費が改善されなくなるおそれがある。このことは前記特許文献2のようなスターリングエンジンなどの熱利用エンジンを用いる場合も同じである。

【0005】

更に、特許文献3では、スクロール膨張機に排気を導入しているため、どうしても内燃機関の排気背圧が高まり機関出力が低下するので、全体として燃費が改善されなくなるおそれがある。

【0006】

本発明は、内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができる内燃機関の排気熱エネルギー回収装置、及びこのような排気熱エネルギー回収装置に利用できるブレイトンサイクル装置の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載のブレイトンサイクル装置は、スクロール型圧縮機と、該スクロール型圧縮機の旋回運動に連動するスクロール型膨張機と、前記スクロール型圧縮機から前記スクロール型膨張機へ送られる圧縮された作動流体を加熱する加熱装置とを備えたことを特徴とする。

【0008】

このブレイトンサイクル装置は、従来のガスタービン型のブレイトンサイクル装置とは異なり、圧縮機と膨張機とがスクロール型であるため、構造としては簡単で小型化できる。しかもブレイトンサイクル装置内においては、作動流体は分割されて密閉された状態で圧縮機と膨張機との内部を移動して圧縮されかつ膨張されるので、熱エネルギーから運動エネルギーへの変換効率も優れている。

【0009】

更に加熱装置にては伝熱にて作動流体を加熱することで本発明のブレイトンサイクル装置を駆動することができるところから、エネルギー源の圧力自体は問題とならず、排気などのエネルギー源の背圧には影響しない。

#### 【0010】

このようにして本発明のブレイトンサイクル装置はエネルギー源の背圧を上昇させることなく、効率的に熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。このことから内燃機関などに適用した場合も、排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができるようになる。

#### 【0011】

請求項2に記載のブレイトンサイクル装置は、請求項1において、前記スクロール型圧縮機の圧縮旋回スクロールと前記スクロール型膨張機の膨張旋回スクロールとは旋回運動する旋回隔壁の両側に設けられ、前記旋回隔壁の前記圧縮旋回スクロール側には、内部に圧縮固定スクロールを形成した圧縮機ケースが摺動可能に密着あるいは狭い空隙を挟んで対峙することで前記圧縮旋回スクロールと前記圧縮固定スクロールとが組み合わされて前記スクロール型圧縮機が形成され、前記旋回隔壁の前記膨張旋回スクロール側には、内部に膨張固定スクロールを形成した膨張機ケースが摺動可能に密着あるいは狭い空隙を挟んで対峙することで前記膨張旋回スクロールと前記膨張固定スクロールとが組み合わされて前記スクロール型膨張機が形成されていることを特徴とする。

#### 【0012】

このようにスクロール型圧縮機とスクロール型膨張機とが形成されていることにより、一層、ブレイトンサイクル装置を簡単化かつ小型化することが可能となる。

請求項3に記載のブレイトンサイクル装置では、請求項2において、前記スクロール型圧縮機は、前記スクロール型膨張機から前記旋回隔壁への伝熱を、前記圧縮機ケースを介して外界に放出することを特徴とする。

#### 【0013】

旋回隔壁を介してスクロール型圧縮機とスクロール型膨張機とが接触しているので、低温側である圧縮機ケースが、高温側であるスクロール型膨張機側から伝達してきた旋回隔壁の熱を受熱して外界に放出することができる。このような圧縮機ケースによる放熱作用により旋回隔壁の高温化を抑制できるので、旋回隔壁の熱変形を抑制して寸法精度を維持できることから、作動流体の漏洩や旋回時の摩擦係数が高くなるのを防止して高いエネルギー変換効率を維持できる。

#### 【0014】

又、このことにより特に旋回隔壁や圧縮機ケースに、耐熱性が低いが軽量の材料を用いることが可能となり、一層の軽量化に貢献できる。

請求項4に記載のブレイトンサイクル装置では、請求項2又は3において、前記スクロール型膨張機は、導入された作動流体を、膨張前に前記膨張機ケースに設けた吸熱室に導入することにより該吸熱室の壁部を介して膨張中の作動流体を加熱することを特徴とする。

#### 【0015】

更に請求項2又は3の構成に対して、このようにスクロール型膨張機を構成することにより、圧縮前の作動流体の熱により、スクロール型膨張機内で膨張中の作動流体を加熱することができる。このため構成を複雑化せずに、ブレイトンサイクル装置において一層効率的に熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。

#### 【0016】

請求項5に記載のブレイトンサイクル装置では、請求項1～4のいずれかにおいて、前記スクロール型圧縮機は大気を取り込んで作動流体として圧縮し、前記スクロール型膨張機は作動流体の膨張後に作動流体を大気に放出することを特徴とする。

#### 【0017】

このように大気を作動流体として利用しているので、作動流体の放熱装置は不要であり、より構成が簡単化及び小型化する。

請求項 6 に記載のブレイトンサイクル装置では、請求項 1 ～ 5 のいずれかにおいて、前記加熱装置は、熱交換により外部の熱を作動流体に伝達する熱交換器として形成されていことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

このように加熱装置を熱交換器として形成することができるので、より簡単化及び小型化でき、更に内燃機関などの排気熱エネルギー回収に利用しても排気背圧を上昇させることがない。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載のブレイトンサイクル装置は、容積型圧縮機と、該容積型圧縮機の圧縮運動に連動して旋回運動するスクロール型膨張機と、前記容積型圧縮機から前記スクロール型膨張機へ送られる圧縮された作動流体を加熱する加熱装置とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

このブレイトンサイクル装置は、従来のガスタービン型のブレイトンサイクル装置とは異なり、圧縮機が容積型であり、膨張機がスクロール型であるため、構造としては簡単で小型化できる。しかもブレイトンサイクル装置内においては、作動流体は分割されて密閉された状態で圧縮機と膨張機との内部を移動して圧縮されかつ膨張されるので、熱エネルギーから運動エネルギーへの変換効率も優れている。

【 0 0 2 1 】

更に加熱装置にては伝熱にて作動流体を加熱することで本発明のブレイトンサイクル装置を駆動することが可能となることから、エネルギー源の圧力自体は問題とならず、排気などのエネルギー源の背圧には影響しない。

【 0 0 2 2 】

このようにして本発明のブレイトンサイクル装置はエネルギー源の背圧を上昇させることなく、効率的に熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。このことから内燃機関などに適用した場合も、排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができるようになる。

【 0 0 2 3 】

請求項 8 に記載の内燃機関の排気熱エネルギー回収装置は、圧縮機から膨張機へ送られる圧縮された作動流体を、内燃機関の排気流路の流路壁からの熱伝達により加熱するブレイトンサイクル装置を用いた熱エネルギー回収装置により排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

このように内燃機関の排気熱エネルギーを回収するのに、ブレイトンサイクル装置を適用して伝熱にて作動流体を加熱しているので、内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができるようになる。

【 0 0 2 5 】

請求項 9 に記載の内燃機関の排気熱エネルギー回収装置では、請求項 8 において、前記熱エネルギー回収装置として、請求項 6 に記載のブレイトンサイクル装置を用い、前記熱交換器を、内燃機関の排気に接触させて配置したことにより、排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

このように構成することにより、排気熱エネルギー回収装置が簡単化及び小型化できて車両などに搭載することが容易となる。そして内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができる。

【 0 0 2 7 】

請求項 10 に記載の内燃機関の排気熱エネルギー回収装置では、請求項 8 又は 9 において、前記排気流路を二重管として構成し、該二重管の内側通路と外側通路との間で、排気と前記ブレイトンサイクル装置の作動流体との間で熱交換することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

このように排気流路を二重管として熱交換することで、圧縮された作動流体を排気熱エネルギーで容易に加熱することができる。

したがって簡単で小型の構成にて、内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができる。

#### 【0029】

請求項11に記載の内燃機関の排気熱エネルギー回収装置では、請求項8において、前記熱エネルギー回収装置として、請求項2～4のいずれかに記載のブレイトンサイクル装置を用いて排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収するとともに、前記旋回隔壁及び前記圧縮機ケースは高熱伝導性材料にて形成し、前記膨張機ケースは耐熱性材料にて形成したことを特徴とする。

#### 【0030】

高熱伝導性材料の圧縮機ケースは低温側であり、旋回隔壁も高熱伝導性材料にて形成されることにより、圧縮機ケース側から冷却される。このことにより旋回隔壁及び圧縮機ケースは耐熱性材料とする必要がない。したがって高温の作動流体が直接接触する膨張機ケースを耐熱性材料にて形成することにより、内燃機関の排気熱エネルギー回収装置として構成することができる。

#### 【0031】

請求項12に記載の内燃機関の排気熱エネルギー回収装置では、請求項11において、前記高熱伝導性材料としてアルミニウム合金を用い、前記耐熱性材料として鉄合金製を用いたことを特徴とする。

#### 【0032】

このように高熱伝導性材料としてアルミニウム合金を用いることができ、軽量化に貢献できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0033】

##### 【実施の形態1】

図1はブレイトンサイクル装置1の概略構成を示す。ブレイトンサイクル装置1の内で断熱処理装置2を図2、3に示す。図2は断熱処理装置2の正面図(A)及び背面図(B)を表し、図3は右側面図(A)、左側面図(B)を表している。

##### 【0034】

断熱処理装置2はスクロール型圧縮機4とスクロール型膨張機6とから構成されている。スクロール型圧縮機4は図4の平面図に示すごとくの圧縮機ケース8を備え、この圧縮機ケース8の内部空間9には圧縮固定スクロール10を形成している。そして圧縮固定スクロール10の中心部に相当する部分には圧縮作動流体排出ポート9aが設けられ、圧縮固定スクロール10の最外周部分には作動流体導入ポート9bが設けられている。尚、圧縮機ケース8の斜視図を図6に示す。

##### 【0035】

スクロール型膨張機6は図5の平面図に示すごとくの膨張機ケース12を備え、この膨張機ケース12の内部空間13には膨張固定スクロール14を形成している。そして膨張固定スクロール14の中心部に相当する部分には圧縮作動流体吸入ポート13aが設けられ、膨張固定スクロール14の最外周部分には作動流体放出ポート13bが設けられている。尚、膨張機ケース12の斜視図を図7に示す。

##### 【0036】

圧縮機ケース8の接合面8aの内側には円形の旋回凹部8bが設けられ、膨張機ケース12の接合面12aの内側にも円形の旋回凹部12bが設けられている。この2つの旋回凹部8b、12bは、接合面8a、12a同士を図2のごとく当接してボルトBtにて圧縮機ケース8と膨張機ケース12とを締結した場合に、断熱処理装置2の内部に、図8に示す旋回隔壁18が摺動しつつあるいは狭い空隙を介して旋回できる収納室を形成する。

##### 【0037】

旋回隔壁18は、その表裏面において、図8の(A)に示す圧縮機側面18aには圧縮旋

回スクロール20を突出状に形成し、図8の(B)に示す膨張機側面18bには膨張旋回スクリール22を突出状に形成している。尚、旋回隔壁18の斜視図を図9に示す。

#### 【0038】

更に旋回隔壁18の周縁部には円盤状に形成された3つのクランク機構24がクランクピン24bにて回転可能に取り付けられている。各クランク機構24は圧縮機ケース8に3つ設けられたクランク収納部8cに収納されることで、中心部に設けられたクランク軸24aは、クランク収納部8cの中心のクランク軸受孔8dに挿入されて圧縮機ケース8に回転可能に支持される。そしてこのようにクランク機構24が圧縮機ケース8に支持されることで、旋回隔壁18全体が圧縮機ケース8に旋回可能に支持されることになる。

#### 【0039】

尚、断熱処理装置2を組み立てた状態では、3つのクランク軸24aの内の2つが図1, 2に示したごとく外部に突出している。この内の、1つのクランク軸24aがブレイトンサイクル装置1の始動時におけるクランキングトルクを外部から受け、他の1つのクランク軸24aがブレイトンサイクル装置1が発生するトルクを外部に出力している。尚、外部に突出するクランク軸24aは1本としてクランキングトルク入力と発生トルク出力との両方の機能を兼ねても良い。

#### 【0040】

上述した構成の旋回隔壁18の圧縮旋回スクリール20を圧縮機ケース8(図4, 6)の圧縮固定スクリール10に組み合わせ、膨張旋回スクリール22を膨張機ケース12(図5, 7)の膨張固定スクリール14に組み合わせてボルトBtにて締結することにより、断熱処理装置2が形成される。

#### 【0041】

このように構成された断熱処理装置2の内で、スクリール型圧縮機4の内部構成を図10に示す。図10では旋回隔壁18の圧縮機側面18a(表側)にある圧縮旋回スクリール20と、これに組み合わされている圧縮機ケース8を示している。尚、旋回隔壁18より上側にある圧縮機ケース8については一点鎖線にて示している。又、圧縮旋回スクリール20は黒く塗りつぶして示している。

#### 【0042】

又、断熱処理装置2の内で、スクリール型膨張機6の内部構成を図11に示す。図11では旋回隔壁18の膨張機側面18b(裏側)にある膨張旋回スクリール22と、これに組み合わされている膨張機ケース12を、スクリール型圧縮機4側から、旋回隔壁18を透過した状態で示している。尚、旋回隔壁18より下側にある膨張固定スクリール14と膨張旋回スクリール22については破線で示している。

#### 【0043】

図10, 11において示されているごとく、クランク軸24aは図示のごとく圧縮機ケース8側からみて時計回りに回転して、旋回隔壁18が時計回りに旋回運動することにより、図12に示すブレイトンサイクルのP-V線図における断熱圧縮行程と断熱膨張行程とが実現されている。

#### 【0044】

旋回状態の説明を図13, 14により説明する。図13は圧縮固定スクリール10と圧縮旋回スクリール20との位置関係を説明するために、圧縮機ケース8側から見た旋回隔壁18とその上の圧縮機ケース8の構成とを重ねて表示したものである。同様に図14は膨張固定スクリール14と膨張旋回スクリール22との位置関係を説明するために、圧縮機ケース8側から見た旋回隔壁18とその下の膨張機ケース12の構成とを重ねて表示したものである。圧縮旋回スクリール20と膨張旋回スクリール22とは旋回隔壁18の表裏に存在して同一の旋回運動を生じるので、図13の旋回と図14の旋回とは旋回隔壁18の表裏において同時に生じることになる。

#### 【0045】

ここで旋回隔壁18は前述したごとくスクリール型圧縮機4側から見て時計回りに旋回するので、図13に(1)から(8)へ順次示すごとく、圧縮旋回スクリール20の位置が圧

縮固定スクロール 10 に対して変化する。このことにより作動流体導入ポート 9b から作動流体（ここでは大気）が、圧縮機ケース 8 の内部空間 9 内に初期容積  $V_{a1}$  で導入され、次第に容積を縮小させつつ中心に向かって運搬される。そして中心部にて最終容積  $V_{a2}$  ( $V_{a1} > V_{a2}$ ) となった時に圧縮作動流体排出ポート 9a が解放されて、圧縮された作動流体が圧縮作動流体排出ポート 9a から加熱装置 30（図 1）側へ送り出される。

#### 【0046】

これと同時にスクロール型膨張機 6 側では、図 14 に (1) から (8) へ順次示すごとく、膨張旋回スクロール 22 の位置が膨張固定スクロール 14 に対して変化する。このことにより加熱装置 30 側から加熱された作動流体が、圧縮作動流体吸入ポート 13a から膨張機ケース 12 の内部空間 13 内に初期容積  $V_{b2}$  で導入されて、次第に容積を拡大させつつ外周側へ運搬される。そして周辺部にて最終容積  $V_{b1}$  ( $V_{b1} > V_{b2}$ ) となった時に膨張固定スクロール 14 及び膨張旋回スクロール 22 による拘束から解放されて作動流体放出ポート 13b から膨張機ケース 12 の外部へ放出される。

#### 【0047】

尚、膨張固定スクロール 14 及び膨張旋回スクロール 22 の軸方向における幅は、圧縮固定スクロール 10 及び圧縮旋回スクロール 20 の軸方向の幅よりも大きく、 $V_{a1} < V_{b1}$ 、 $V_{a2} < V_{b2}$  の関係に設計されている。

#### 【0048】

そしてこのように構成されている断熱処理装置 2 と加熱装置 30 との組み合わせにより図 1 に示したブレイトンサイクル装置 1 が完成する。加熱装置 30 は、ここでは二重管を利用し、内側通路である熱源の流路 30a の周囲に設けられた外側通路 30b に作動流体を流して、熱源の流路 30a の管壁を介して熱交換させている。具体的には流路 30a として内燃機関の排気管を用いれば、内燃機関の排気熱エネルギーを回収できることになる。

#### 【0049】

尚、上記容積  $V_{a1}$ 、 $V_{a2}$ 、 $V_{b1}$ 、 $V_{b2}$  の値は、作動流体導入ポート 9b における作動流体温度、加熱装置 30 における熱交換器効率、圧縮作動流体吸入ポート 13a における作動流体温度、スクロール型圧縮機 4 とスクロール型膨張機 6 における断熱効率により最大の熱効率となるように設計される。

#### 【0050】

以上説明した本実施の形態 1 によれば、以下の効果が得られる。

（イ）．本実施の形態のブレイトンサイクル装置 1 は、従来のガスタービン型のブレイトンサイクル装置とは異なり、スクロール型圧縮機 4 とスクロール型膨張機 6 とを用いているため、構造としては簡単で小型化できる。

#### 【0051】

特に断熱処理装置 2 においては、作動流体は固定スクロール 10、14 と旋回スクロール 20、22 との組み合わせにより分割されて密閉された状態でスクロール型圧縮機 4 やスクロール型膨張機 6 の内部を移動して、圧縮されかつ膨張する。このため熱エネルギーから運動エネルギーへの変換効率も優れている。

#### 【0052】

更に外部のエネルギー源は、作動流体に流路 30a の管壁を介して伝熱して熱交換するのみで良いことから、更に小型化できるとともに、エネルギー源の圧力自体は問題とならず、排気などのエネルギー源の背圧には影響しない。

#### 【0053】

したがって本実施の形態のブレイトンサイクル装置 1 はエネルギー源の背圧を上昇させることなく、効率的に熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。このことから内燃機関に適用した場合も、内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができる。

#### 【0054】

（ロ）．スクロール型圧縮機 4 の圧縮旋回スクロール 20 とスクロール型膨張機 6 の膨

張旋回スクロール 22 とは、クランク軸 24 a にて旋回運動する旋回隔壁 18 の両側に設けられている。そして旋回隔壁 18 の圧縮旋回スクロール 20 側には、内部に圧縮固定スクロール 10 を形成した圧縮機ケース 8 が摺動可能に密着状態あるいは狭い空隙を挟んで対峙する状態で取り付けられることで、圧縮旋回スクロール 20 と圧縮固定スクロール 10 とが組み合わされてスクロール型圧縮機 4 が形成されている。更に旋回隔壁 18 の膨張旋回スクロール 22 側には、内部に膨張固定スクロール 14 を形成した膨張機ケース 12 が摺動可能に密着状態あるいは狭い空隙を挟んで対峙する状態で取り付けられることで、膨張旋回スクロール 22 と膨張固定スクロール 14 とが組み合わされてスクロール型膨張機 6 が形成されている。

#### 【0055】

このようにスクロール型圧縮機 4 とスクロール型膨張機 6 とが形成されていることにより、一層、ブレイトンサイクル装置 1 を簡素化かつ小型化することが可能となる。

(ハ) . 上述のごとく旋回隔壁 18 は膨張機ケース 12 側を覆っているため、スクロール型膨張機 6 に導入される高温の作動流体に曝される。しかし旋回隔壁 18 には反対側から圧縮機ケース 8 が接触しているので、スクロール型膨張機 6 から旋回隔壁 18 への伝熱を、圧縮機ケース 8 が奪って外界に放出できる。

#### 【0056】

このような圧縮機ケース 8 による放熱作用により旋回隔壁 18 の高温化を抑制できるので、旋回隔壁 18 の熱変形を抑制して寸法精度を維持できる。したがって作動流体の漏洩や旋回時の摩擦係数が高くなるのを防止して高いエネルギー変換効率を維持できる。

#### 【0057】

又、このことにより特に旋回隔壁 18 やスクロール型圧縮機 4 に、耐熱性が低い軽合金等を用いることも可能となり、一層の軽量化に貢献できる。

(ニ) . スクロール型圧縮機 4 は作動流体導入ポート 9 b から大気を取り込んで作動流体とし、スクロール型膨張機 6 は作動流体の膨張後に作動流体放出ポート 63 b から作動流体を大気中に放出している。このように大気を作動流体として利用しているので、作動流体の放熱装置は不要であり、より構成が簡素化及び小型化する。

#### 【0058】

##### 【実施の形態 2】

本実施の形態では図 15 に示すごとく構成されたブレイトンサイクル装置 51 を、車載用内燃機関 Eng の排気熱エネルギーの回収に利用している。ここで断熱処理装置 52 はスクロール型圧縮機 54 とスクロール型膨張機 56 とからなるが、スクロール型圧縮機 54 とスクロール型膨張機 56 との内部構成は前記実施の形態 1 にて説明した構成と同じである。

#### 【0059】

前記実施の形態 1 と異なるのは、圧縮機ケース 58 の端面 58 a には図 16 に示すごとく突起状の放熱フィン 58 b が多数設けられている。このことにより内部の旋回隔壁から圧縮機ケース 58 に伝達される熱を外部に放出している。すなわち放熱フィン 58 b は、旋回隔壁が高温のスクロール型膨張機 56 側から受けた熱を、圧縮機ケース 58 を介して放熱する放熱効率を高めるために設けられている。

#### 【0060】

更に膨張機ケース 62 の端面 62 a にも図 17 に示すごとく突起状の吸熱フィン 62 b が多数設けられているとともに、端面 62 a にはカバー 62 c が配置されて圧縮作動流体吸入ポート 63 a 及び吸熱フィン 62 b を覆って吸熱室 62 d を形成している。加熱装置 80 にて加熱された作動流体は吸熱室 62 d 内に導入されているので作動流体により吸熱フィン 62 b が加熱されるとともに、吸熱室 62 d 内に開口している圧縮作動流体吸入ポート 63 a は加熱された作動流体を吸入できる。このため、吸熱フィン 62 b から、吸熱室 62 d の壁部である端面 62 a 側を介して、膨張機ケース 62 内部の作動流体を加熱できるので、膨張時の作動流体の圧力低下が少なく、スクロール型膨張機 56 における膨張率が高くても、作動流体を大気圧状態にして作動流体放出ポート 63 b から放出できる。

したがってブレイトンサイクル装置51は、一層、高効率にて排気熱エネルギーを回収できるようになる。

#### 【0061】

加熱装置80は、作動流体を二重管80bの全長に通過させる経路80cと二重管80bの一部のみに通過させる経路80dとの2つ存在し、分配弁80eによりスクロール型圧縮機54から供給される圧縮作動流体の経路分配状態が調整可能となっている。本実施の形態における経路80c、80dの分配率は、吸熱室62d内にて圧縮作動流体吸入ポート63aの開口部分に設けられた温度センサ81から検出される作動流体供給温度が、予め設定した基準温度になるように調節される。すなわち吸熱フィン62bにて吸熱された後に圧縮作動流体吸入ポート63aに到達した時の作動流体の温度がスクロール型膨張機56における膨張開始に適切な基準温度となるように分配弁80eの分配率が調節される。

#### 【0062】

ブレイトンサイクル装置51のクランク軸74aは、内燃機関Engの出力により駆動開始時に回転される。しかし、その後は、ブレイトンサイクル装置51のクランク軸74aは加熱装置80を通過する排気の熱エネルギーにより自立して回転するので、内燃機関Engから切り離す必要がある。このために電磁クラッチ92が内燃機関Engの出力軸とブレイトンサイクル装置51のクランク軸74aとの間に設けられている。

#### 【0063】

上記分配弁80eの分配率制御及び電磁クラッチ92の係合・解放制御は、電子制御ユニット(ECU)94により、内燃機関Engの運転状態に基づいて実行される。

例えば、内燃機関Engの始動前では電磁クラッチ92を解放状態とし、始動後に十分に内燃機関排気温度が上昇したタイミングで、電磁クラッチ92を係合して内燃機関Engの出力でブレイトンサイクル装置51のクランク軸74aを回転させる。そして温度センサ81にて検出される作動流体温度が、例えば350°Cとなるようにバルブアクチュエータ80fを駆動して分配弁80eを調節する。

#### 【0064】

この後、電磁クラッチ92を解放して、ブレイトンサイクル装置51のクランク軸74aの自立回転により、排気熱エネルギー回収のための装置、ここでは発電機96を回転させて、電気エネルギーとして車両用電源として使用したりバッテリに蓄える。

#### 【0065】

尚、上述した構成において、膨張機ケース62は高温の作動流体が直接接触するので耐熱性材料（例えば鋳鉄などの鉄合金）製とする。圧縮機ケース58については作動流体は低温なので高熱伝導性材料（特にアルミニウム合金などの軽合金）製とする。旋回隔壁については、圧縮機ケース58に伝熱して冷却されるように高熱伝導性材料製とする。

#### 【0066】

以上説明した本実施の形態2によれば、以下の効果が得られる。

(イ)・圧縮機ケース58には放熱フィン58bが形成されて、熱を外界に放出しやすくされているので、前記実施の形態1の(ハ)に述べた効果が顕著となる。

#### 【0067】

(ロ)・膨張機ケース62の端面62aに、カバー62cに覆われて吸熱室62dが形成されているので、前述したごとく膨張機ケース62の端面62a部分の壁部を介して内部で膨張中の作動流体を加熱できる。しかも端面62aには吸熱フィン62bが形成されているので熱伝達が良好となり、構成を複雑化せずに、ブレイトンサイクル装置51において一層効率的に熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。

#### 【0068】

(ハ)・加熱装置80は排気管を二重管80bとして高温気体（ここでは内燃機関Engの排気）と作動流体との間で熱交換する熱交換器として構成され、排気熱エネルギーを運動エネルギーとして回収している。このため内燃機関Engの排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを運動エネルギーに変換できる。

【0069】

(ニ) . 上述したごとく圧縮機ケース58と旋回隔壁とを軽合金化できるので、ブレイトンサイクル装置51全体も軽量化できる。したがって車載用内燃機関に適用して、より燃費を向上させることができる。

【0070】

(ホ) . 前記実施の形態1の(イ)、(ロ)、(ニ)の効果を生じる。

【その他の実施の形態】

(ア) . 前記実施の形態2において用いたブレイトンサイクル装置の代わりに、図1に示したブレイトンサイクル装置を用いて内燃機関の排気熱エネルギーの回収に用いても良い。

【0071】

又、内燃機関の排気熱エネルギー回収用に利用しているブレイトンサイクル装置としては、スクロール型圧縮機とスクロール型膨張機とを用いた。この内、スクロール型圧縮機の代わりに他の圧縮機、例えばスクリュー型、ベーン型、ターボ型を用いることができ、スクロール型膨張機の代わりにタービン型を用いることができる。

【0072】

又、容積型圧縮機や容積型膨張機を用いても良い。更に容積型圧縮機の圧縮運動に連動してスクロール型膨張機を旋回運動させることにより容積型圧縮機とスクロール型膨張機とを組み合わせたブレイトンサイクル装置としても良い。

【0073】

(ブ) . 図8に示したごとく旋回隔壁18は、3つのクランク機構24にて支持されていたが、2つで支持しても良く、4つ以上で支持しても良い。クランク機構24は円形のクランク機構であったが、図18に示すごとくクランク機構にバランサ100を設けて、ブレイトンサイクル装置駆動時の振動抑制効果を、より強めても良い。

【0074】

(シ) . 図16、17に示したごとく、放熱フィン58b及び吸熱フィン62bはそれぞれ突起状に形成していたが、平板や湾曲した板状に形成しても良い。

(ド) . 前記各実施の形態では作動流体導入ポート及び作動流体放出ポートは大気開放されており作動流体は大気を用いていたが、作動流体の経路を密閉型として、大気以外の気体を用い、かつ放熱装置を設けても良い。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】実施の形態1のブレイトンサイクル装置の概略構成図。

【図2】上記ブレイトンサイクル装置における断熱処理装置の外観説明図。

【図3】同じく断熱処理装置の外観説明図。

【図4】同じく圧縮機ケースの平面図。

【図5】同じく膨張機ケースの平面図。

【図6】同じく圧縮機ケースの斜視図。

【図7】同じく膨張機ケースの斜視図。

【図8】同じく旋回隔壁の構成説明図。

【図9】同じく旋回隔壁の斜視図。

【図10】同じくスクロール型圧縮機の内部構成説明図。

【図11】同じくスクロール型膨張機の内部構成説明図。

【図12】ブレイトンサイクルのP-V線図。

【図13】ブレイトンサイクル装置駆動時の圧縮固定スクロールと圧縮旋回スクロールとの位置関係の説明図。

【図14】ブレイトンサイクル装置駆動時の膨張固定スクロールと膨張旋回スクロールとの位置関係の説明図。

【図15】実施の形態2のブレイトンサイクル装置及び排気熱エネルギー回収装置の概略構成図。

【図16】同じく圧縮機ケースにおける放熱フィンの構成説明図。

【図17】同じく膨張機ケースにおける吸熱フィンの構成説明図。

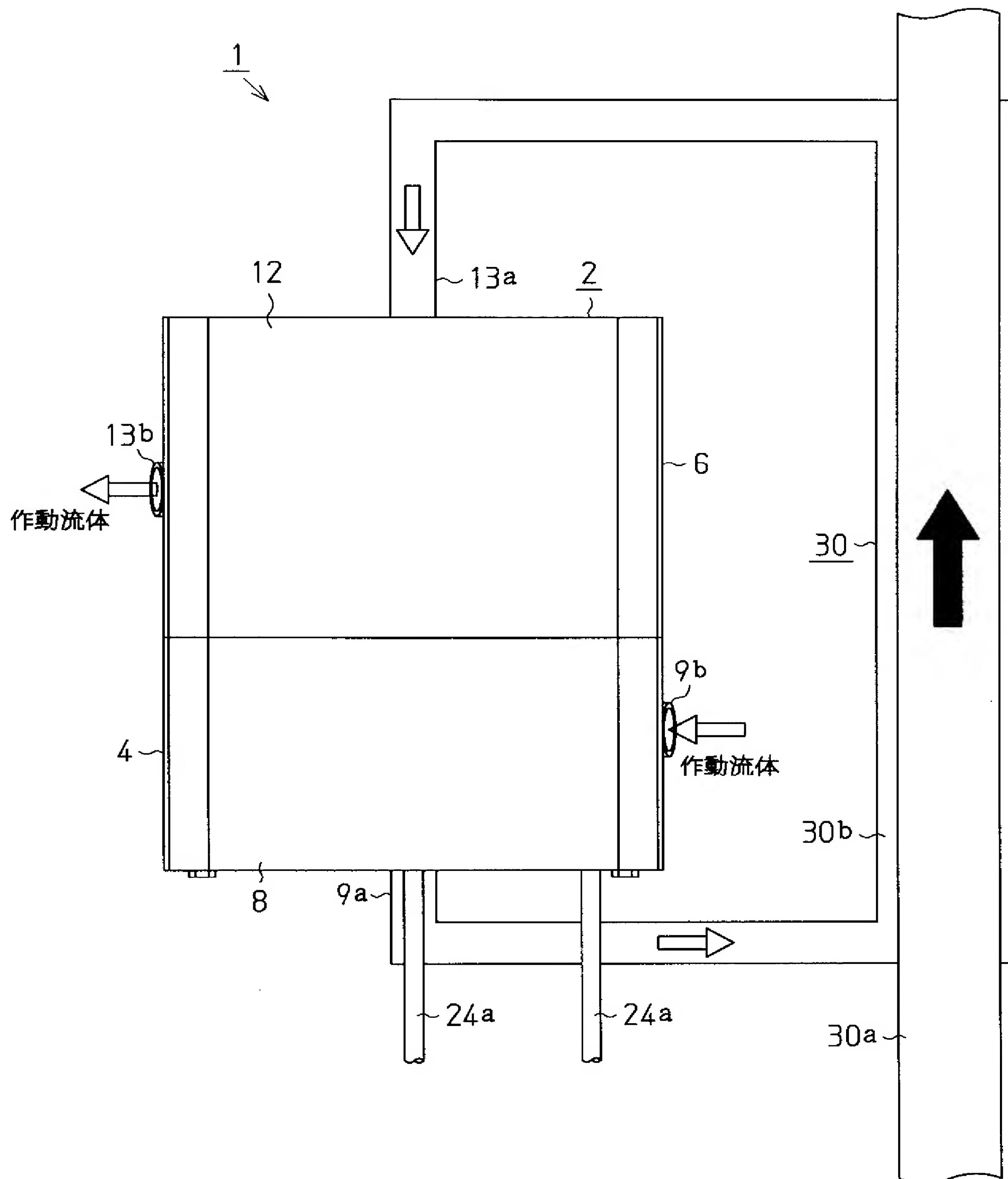
【図18】他のクランク機構の例の構成説明図。

#### 【符号の説明】

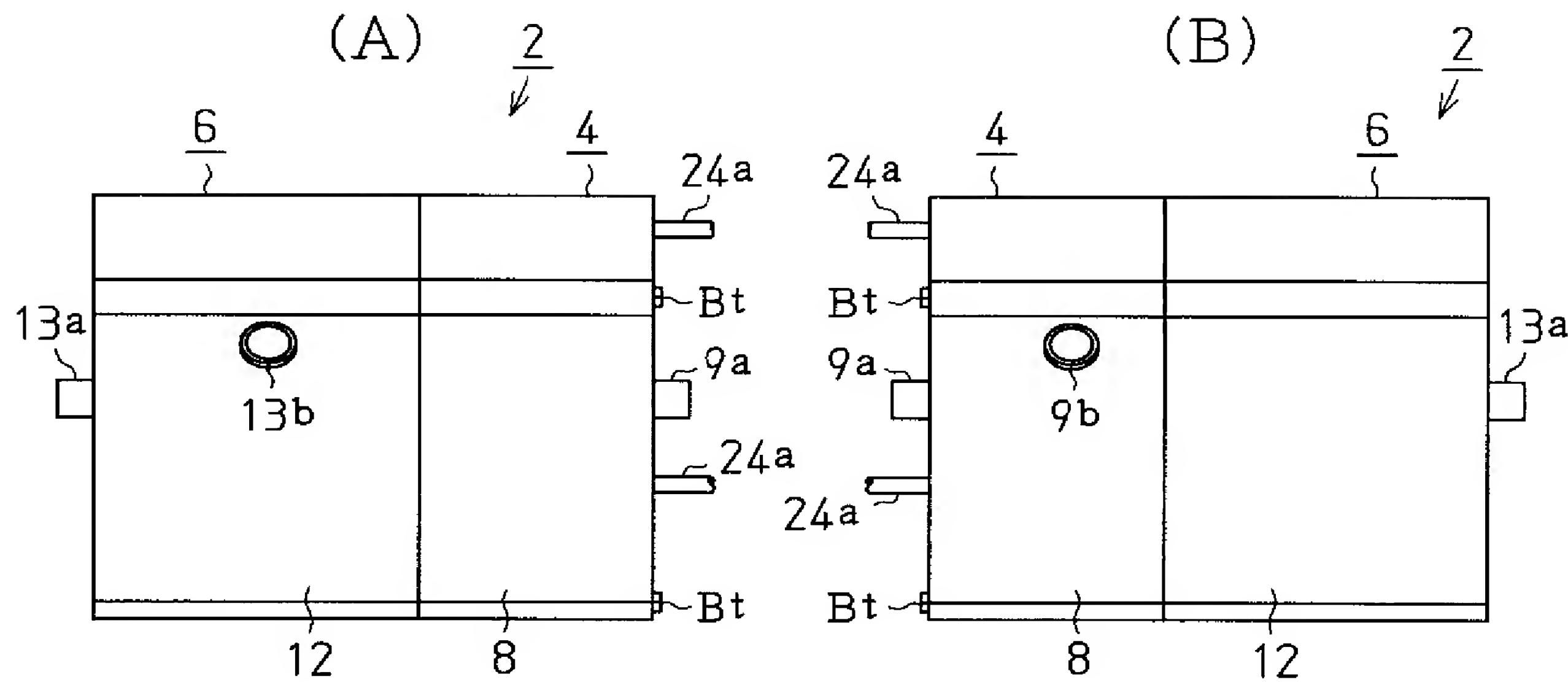
##### 【0076】

1 … ブレイトンサイクル装置、2 … 断熱処理装置、4 … スクロール型圧縮機、6 … スクロール型膨張機、8 … 圧縮機ケース、8 a … 接合面、8 b … 旋回凹部、8 c … クランク収納部、8 d … クランク軸受孔、9 … 内部空間、9 a … 圧縮作動流体排出ポート、9 b … 作動流体導入ポート、10 … 圧縮固定スクロール、12 … 膨張機ケース、12 a … 接合面、12 b … 旋回凹部、13 … 内部空間、13 a … 圧縮作動流体吸入ポート、13 b … 作動流体放出ポート、14 … 膨張固定スクロール、18 … 旋回隔壁、18 a … 圧縮機側面、18 b … 膨張機側面、20 … 圧縮旋回スクロール、22 … 膨張旋回スクロール、24 … クランク機構、24 a … クランク軸、24 b … クランクピン、30 … 加熱装置、30 a … 热源の流路、30 b … 外側通路、51 … ブレイトンサイクル装置、52 … 断熱処理装置、54 … スクロール型圧縮機、56 … スクロール型膨張機、58 … 圧縮機ケース、58 a … 端面、58 b … 放熱フィン、62 … 膨張機ケース、62 a … 端面、62 b … 吸熱フィン、62 c … カバー、62 d … 吸熱室、63 a … 圧縮作動流体吸入ポート、63 b … 作動流体放出ポート、74 a … クランク軸、80 … 加熱装置、80 b … 二重管、80 c, 80 d … 経路、80 e … 分配弁、80 f … バルブアクチュエータ、81 … 温度センサ、92 … 電磁クラッチ、94 … ECU、96 … 発電機、100 … バランサ、Bt … ボルト、Eng … 内燃機関。

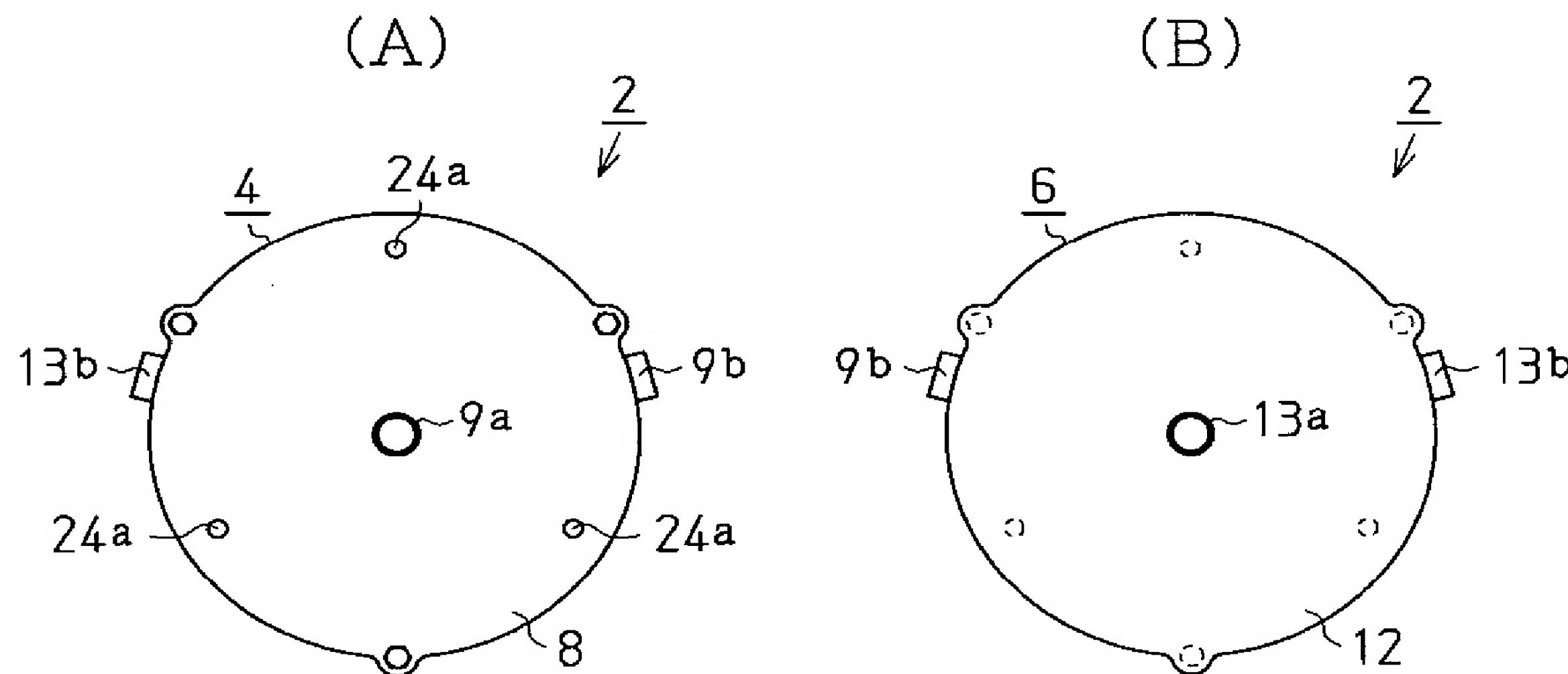
【書類名】 図面  
【図 1】



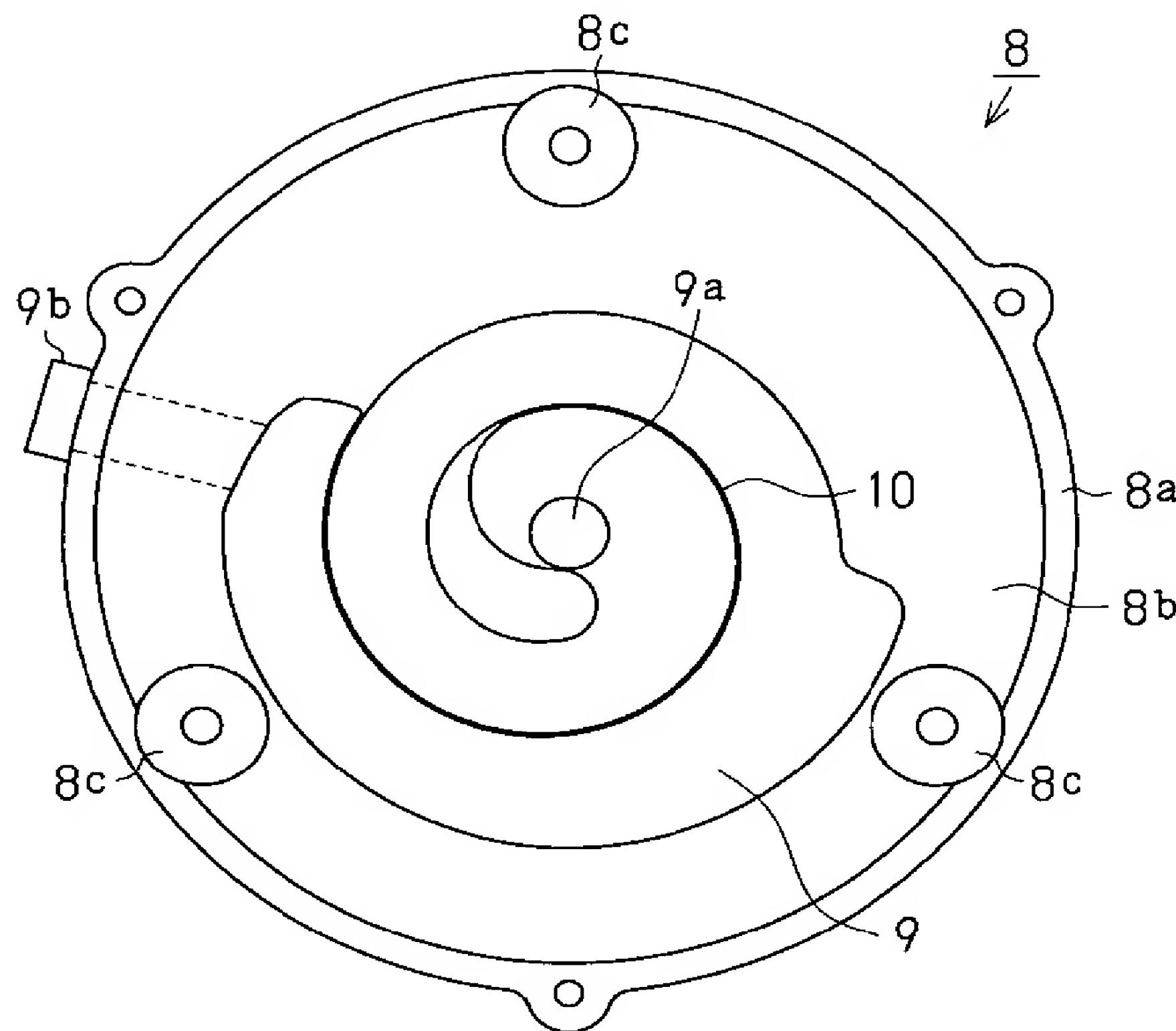
【図 2】



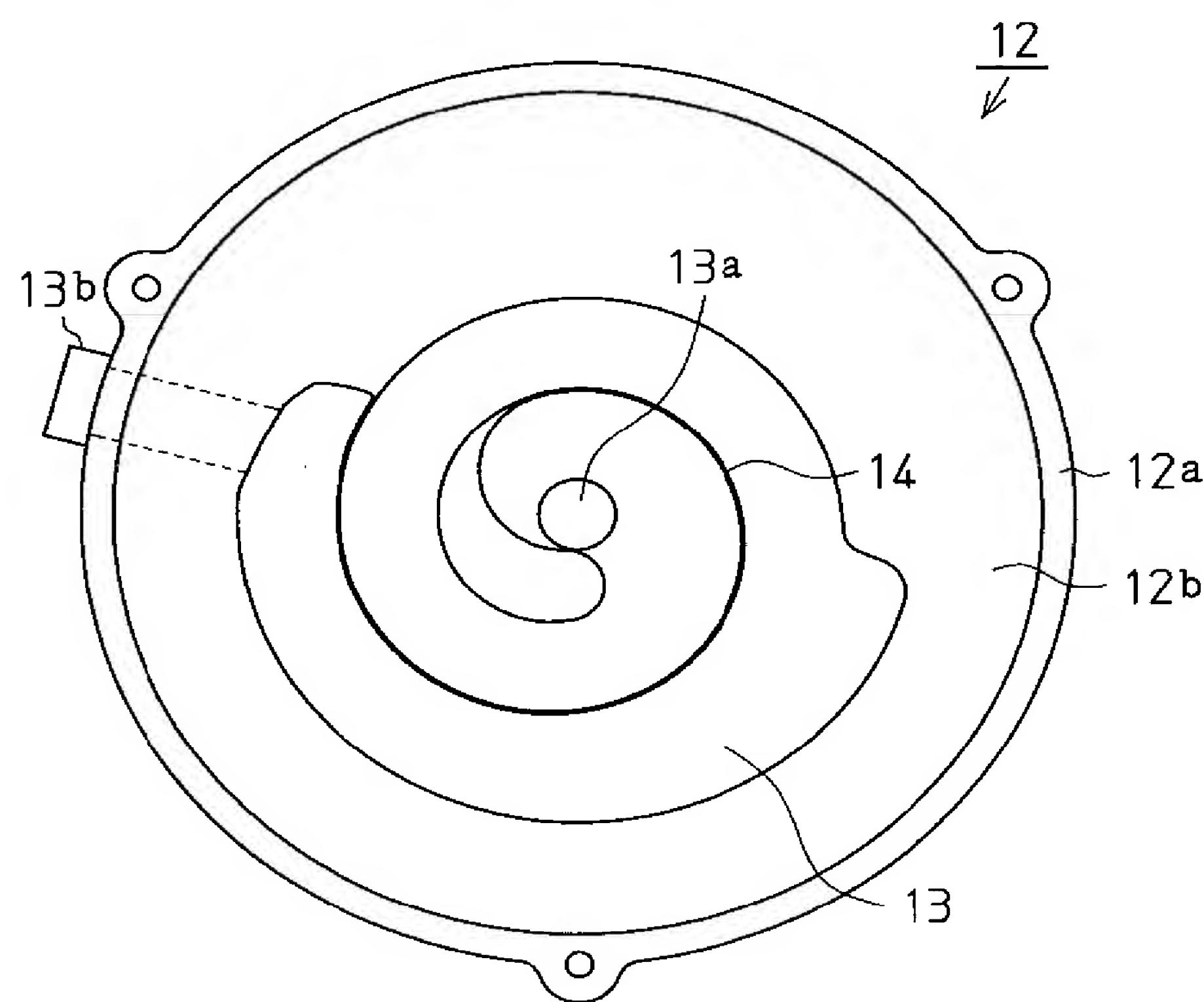
【図 3】



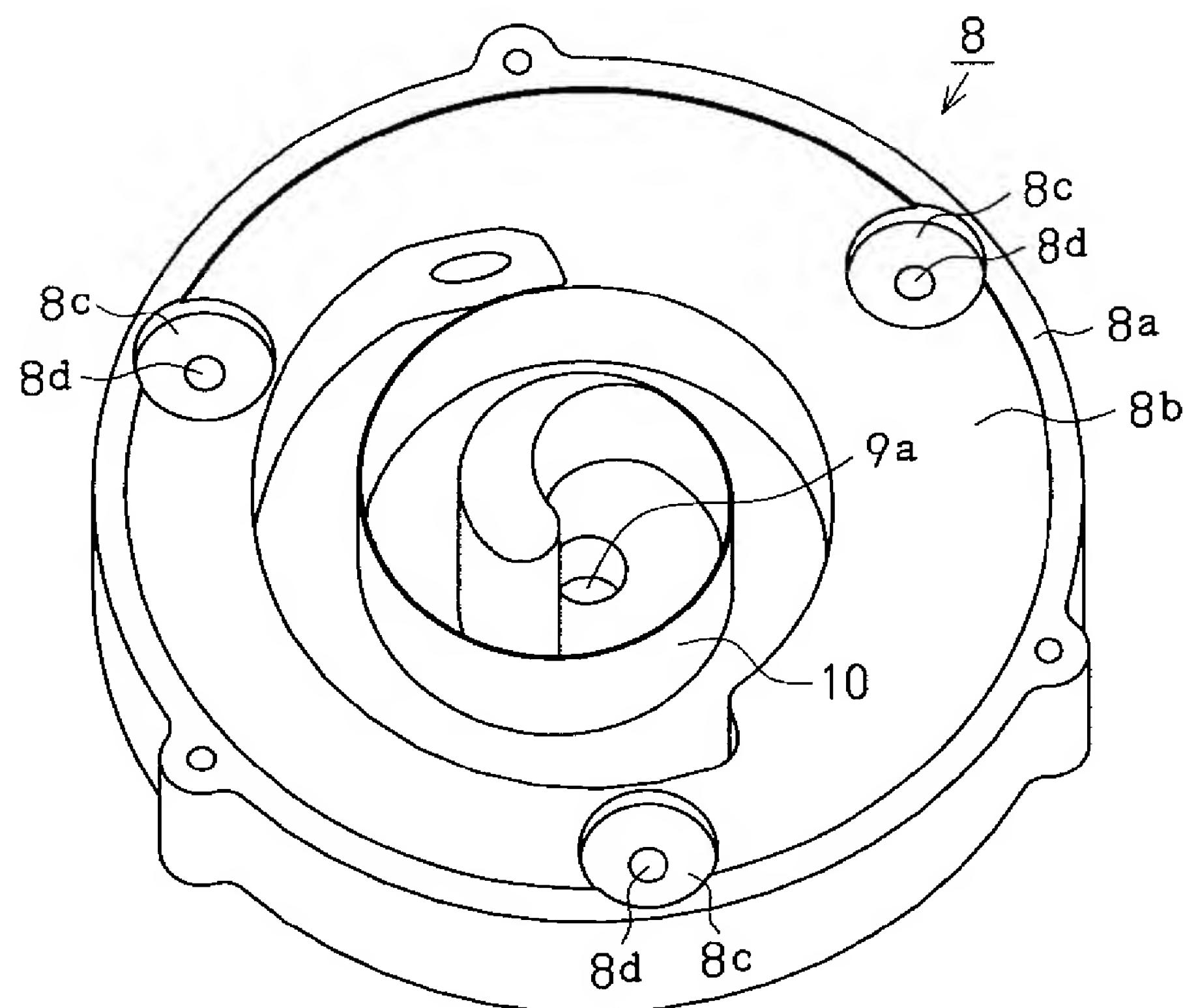
【図 4】



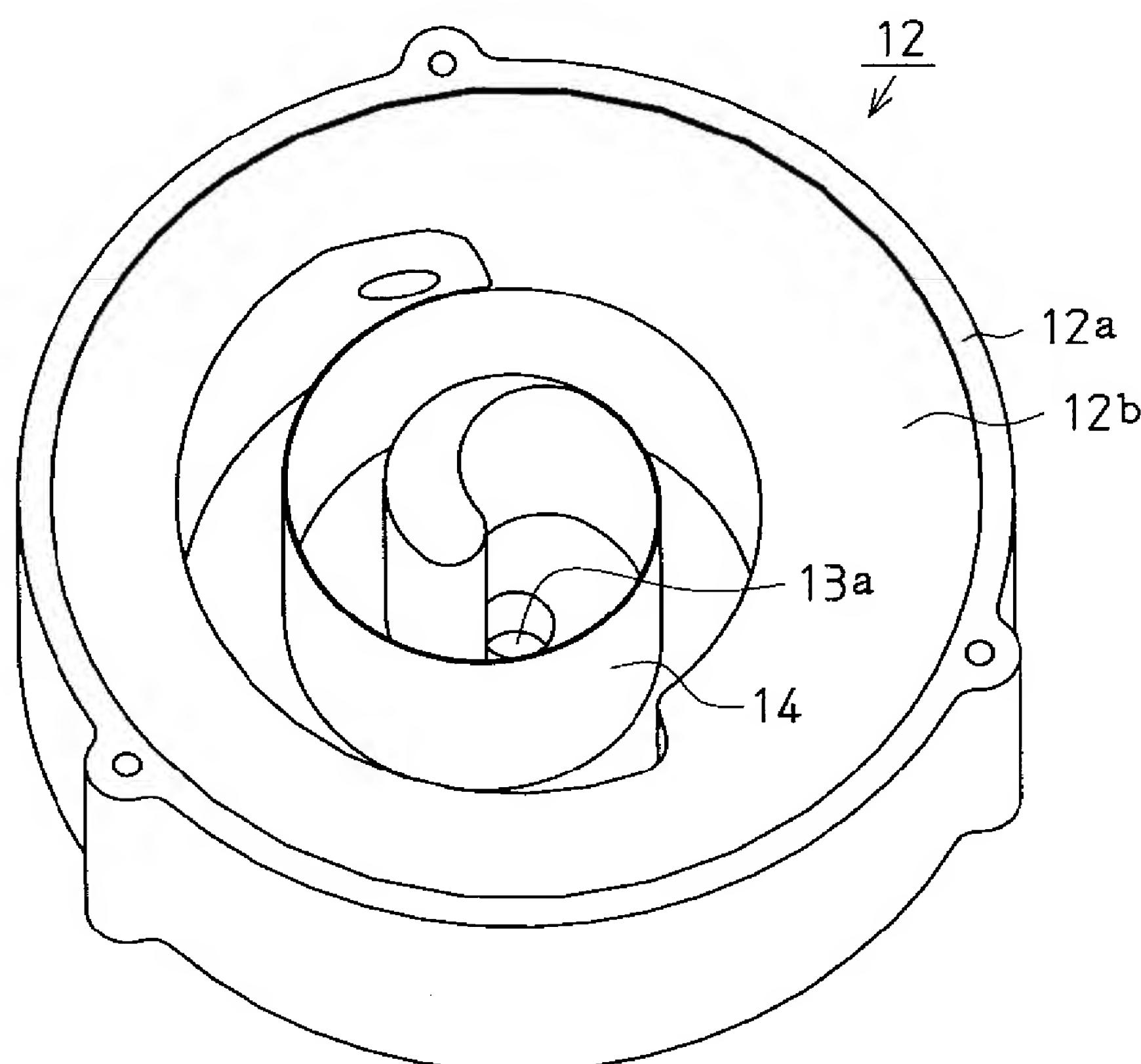
【図 5】



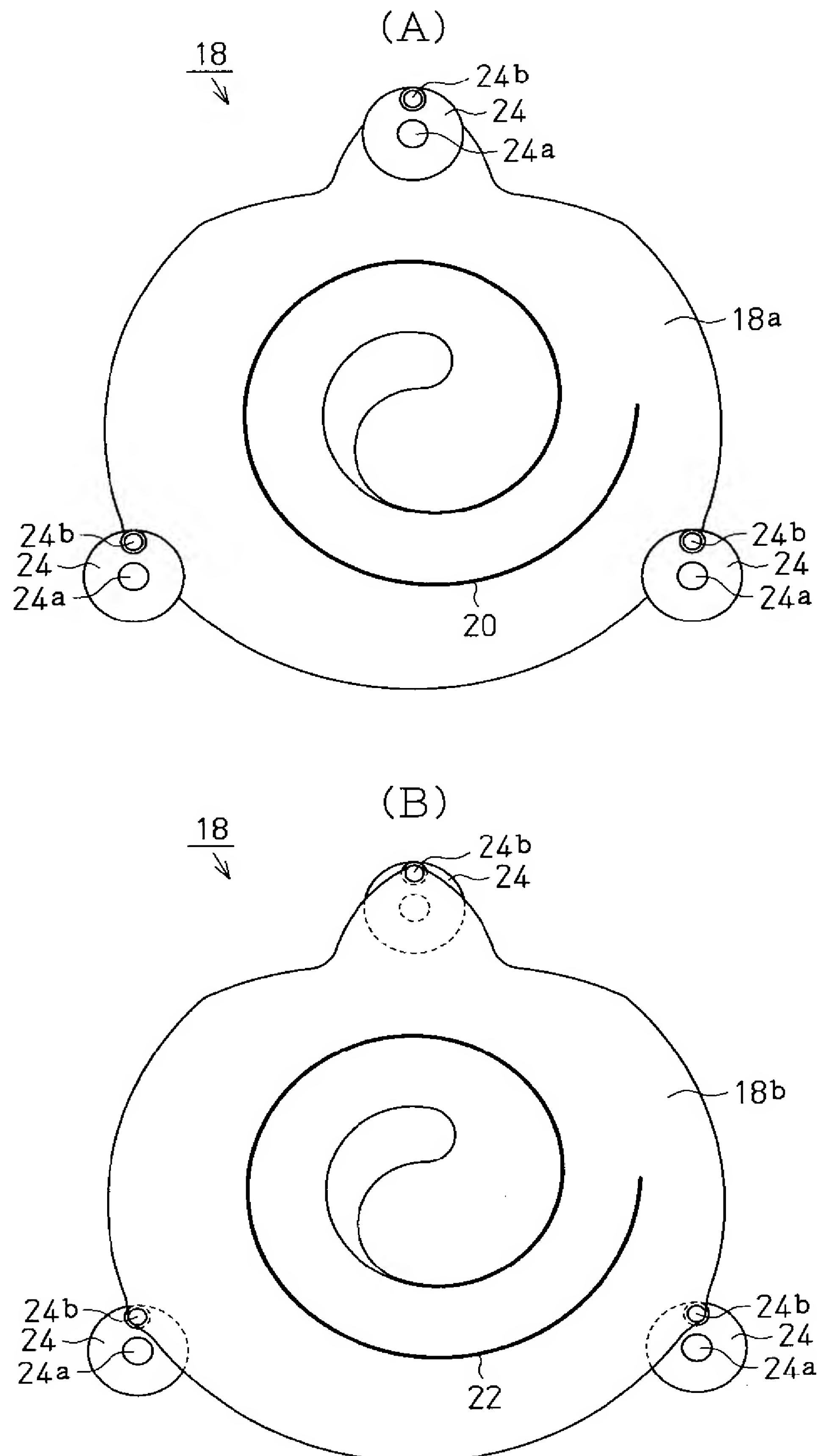
【図 6】



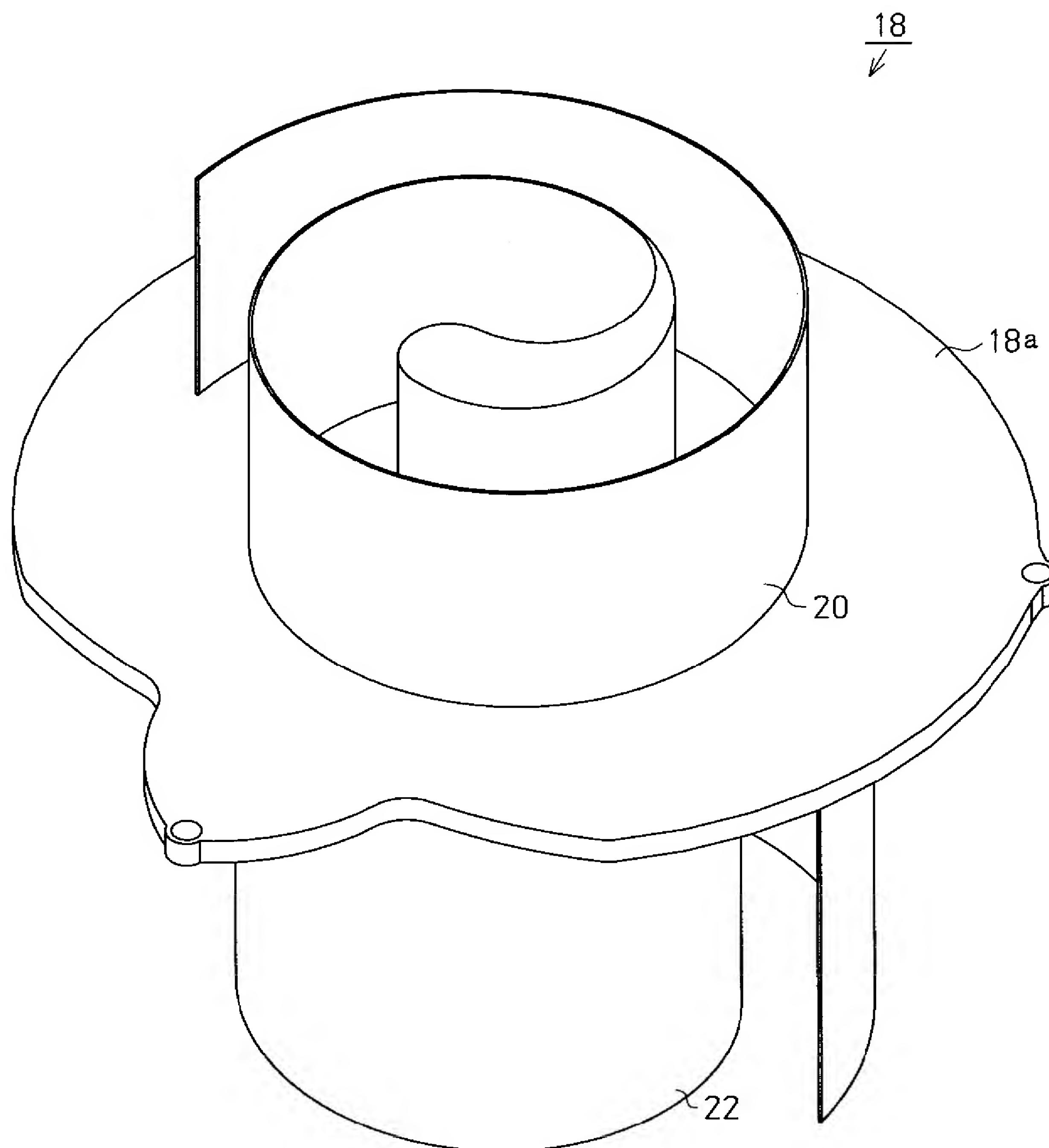
【図 7】



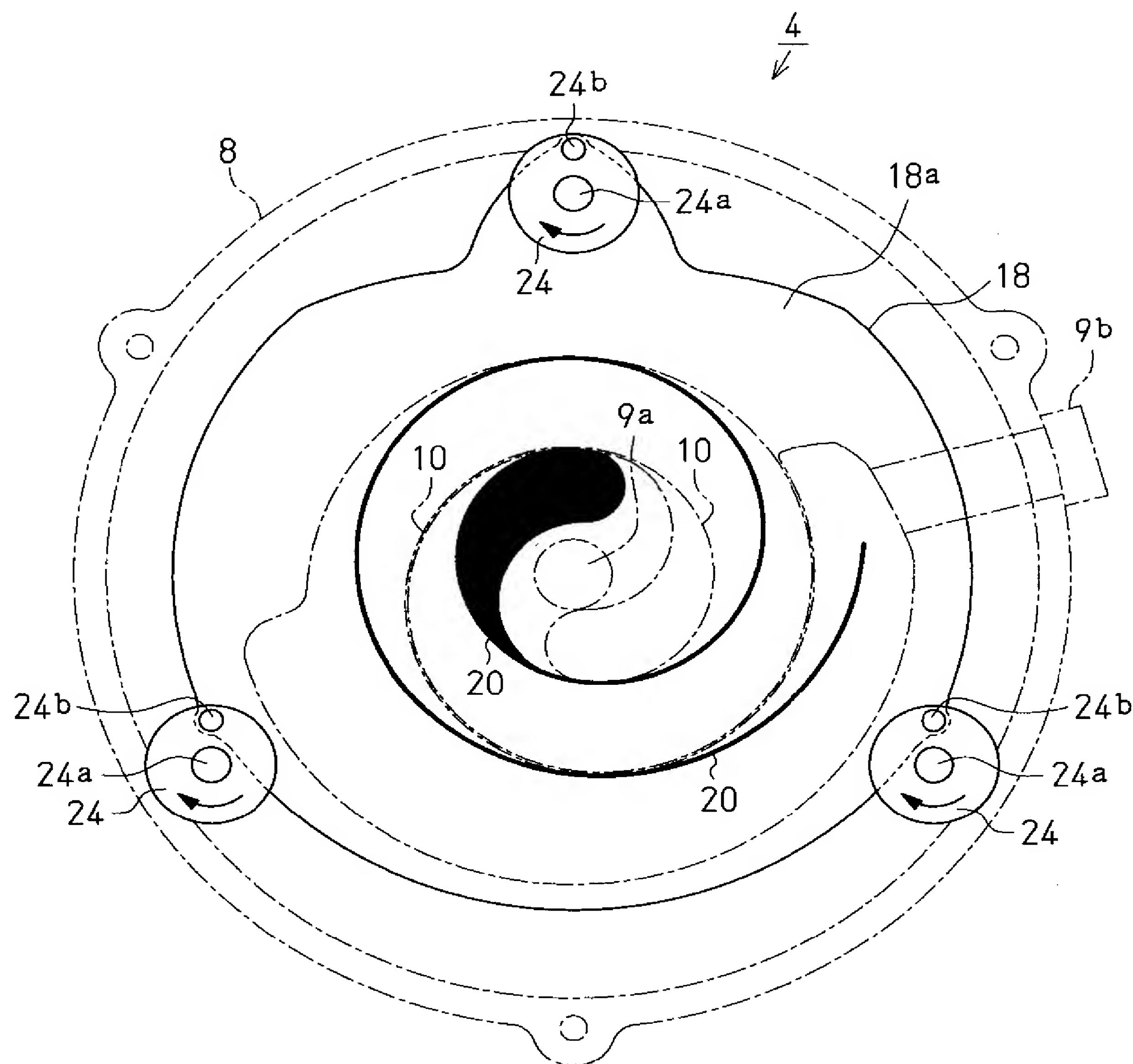
【図 8】



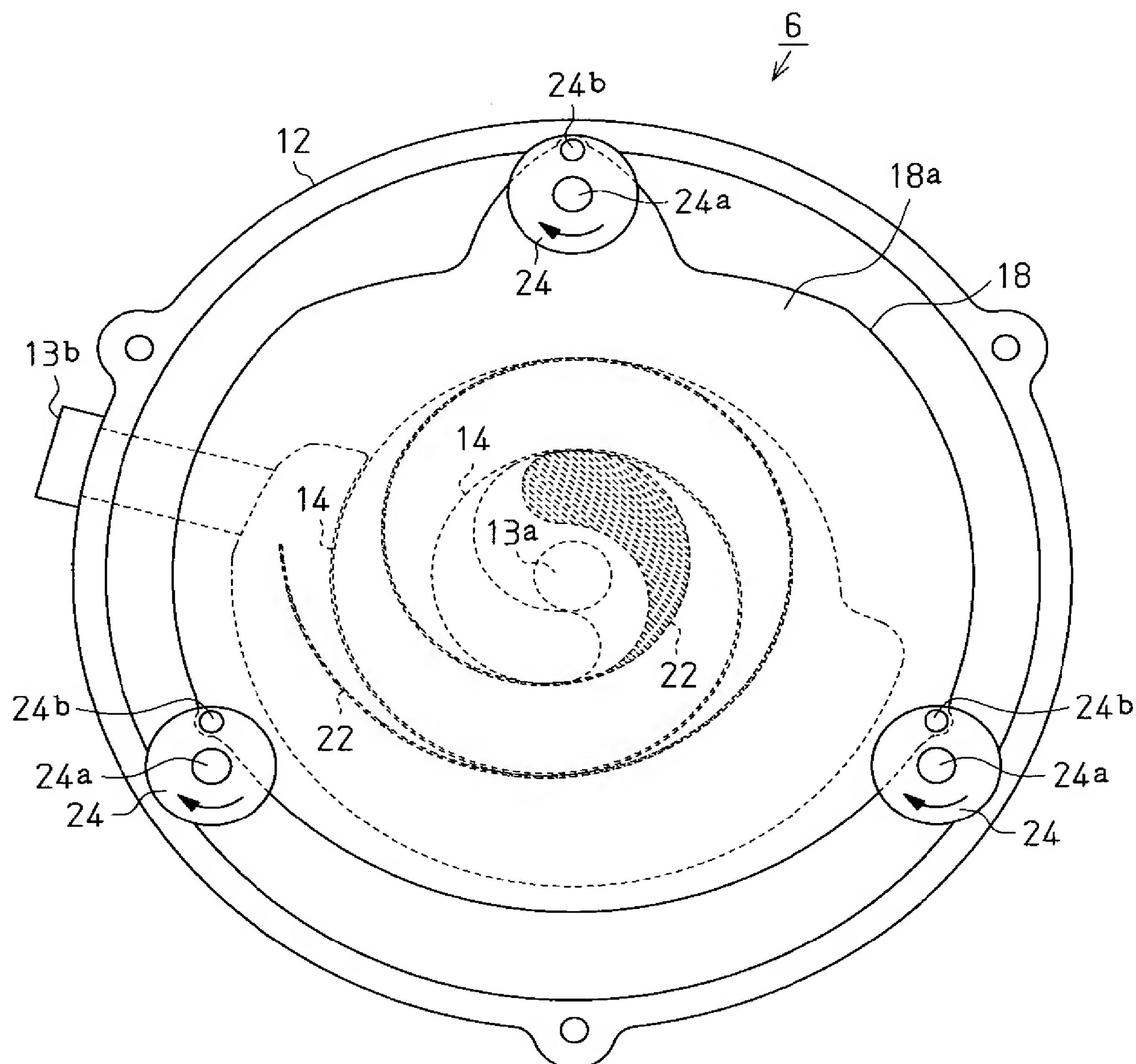
【図 9】



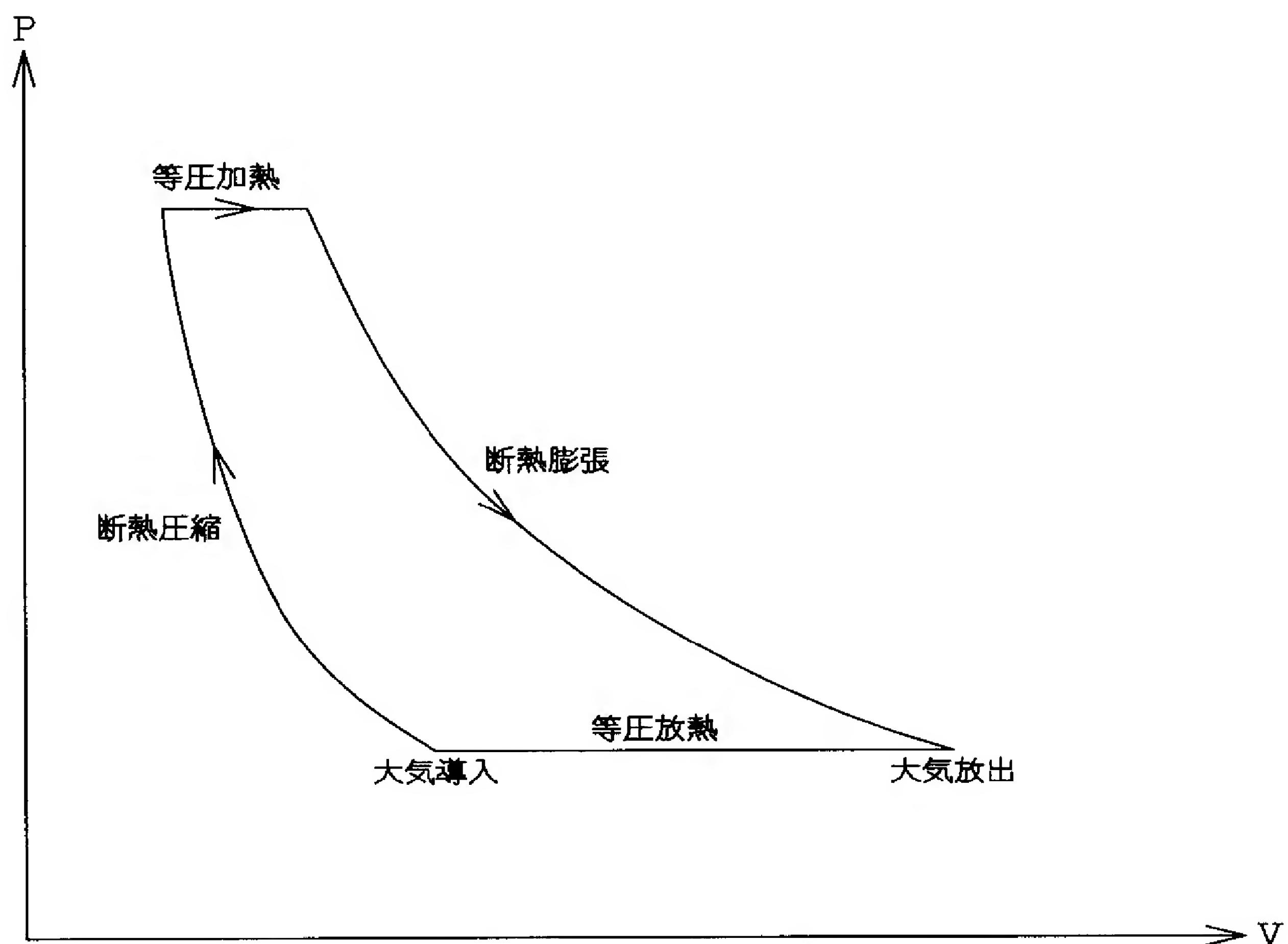
【図10】



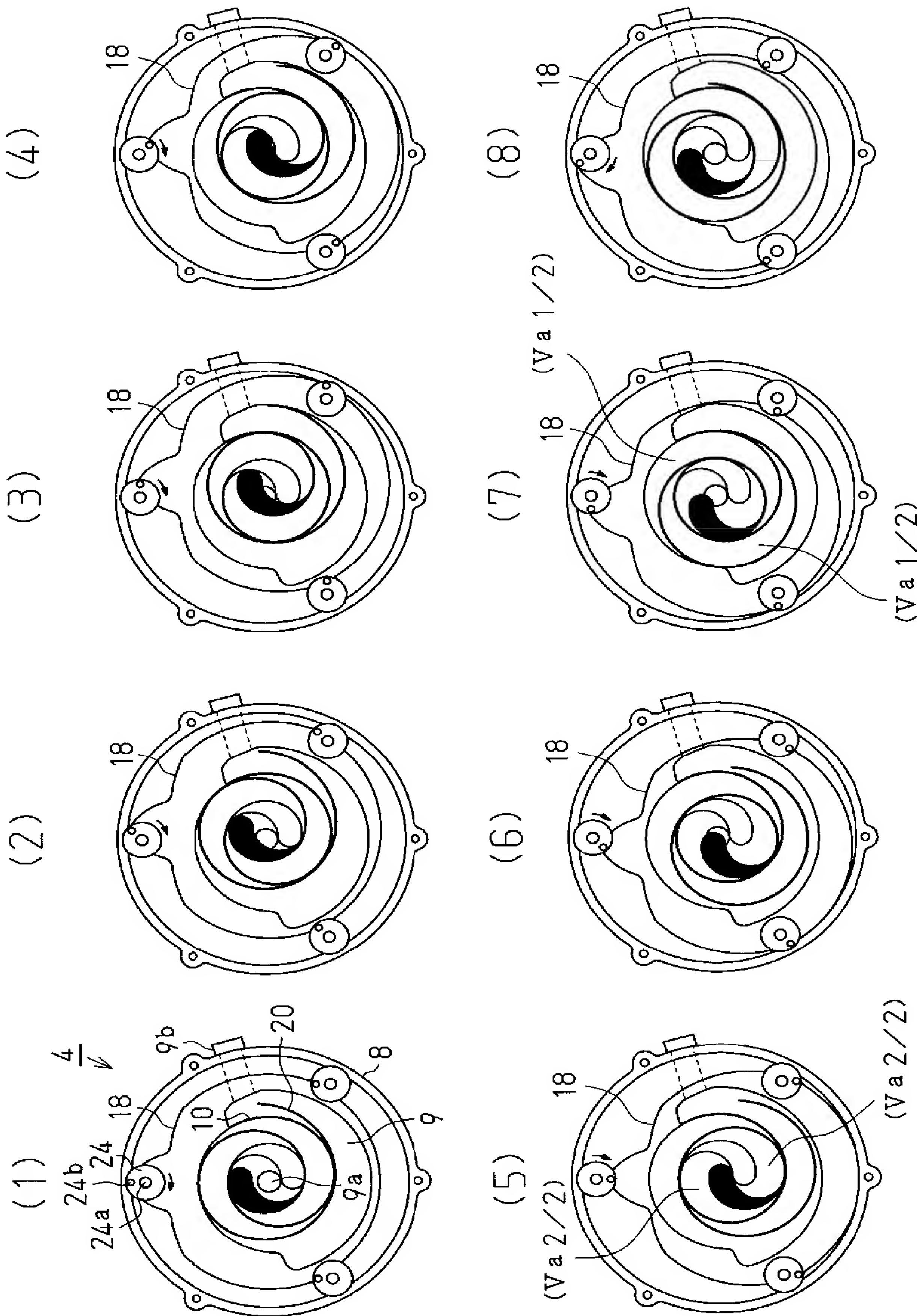
【図 11】



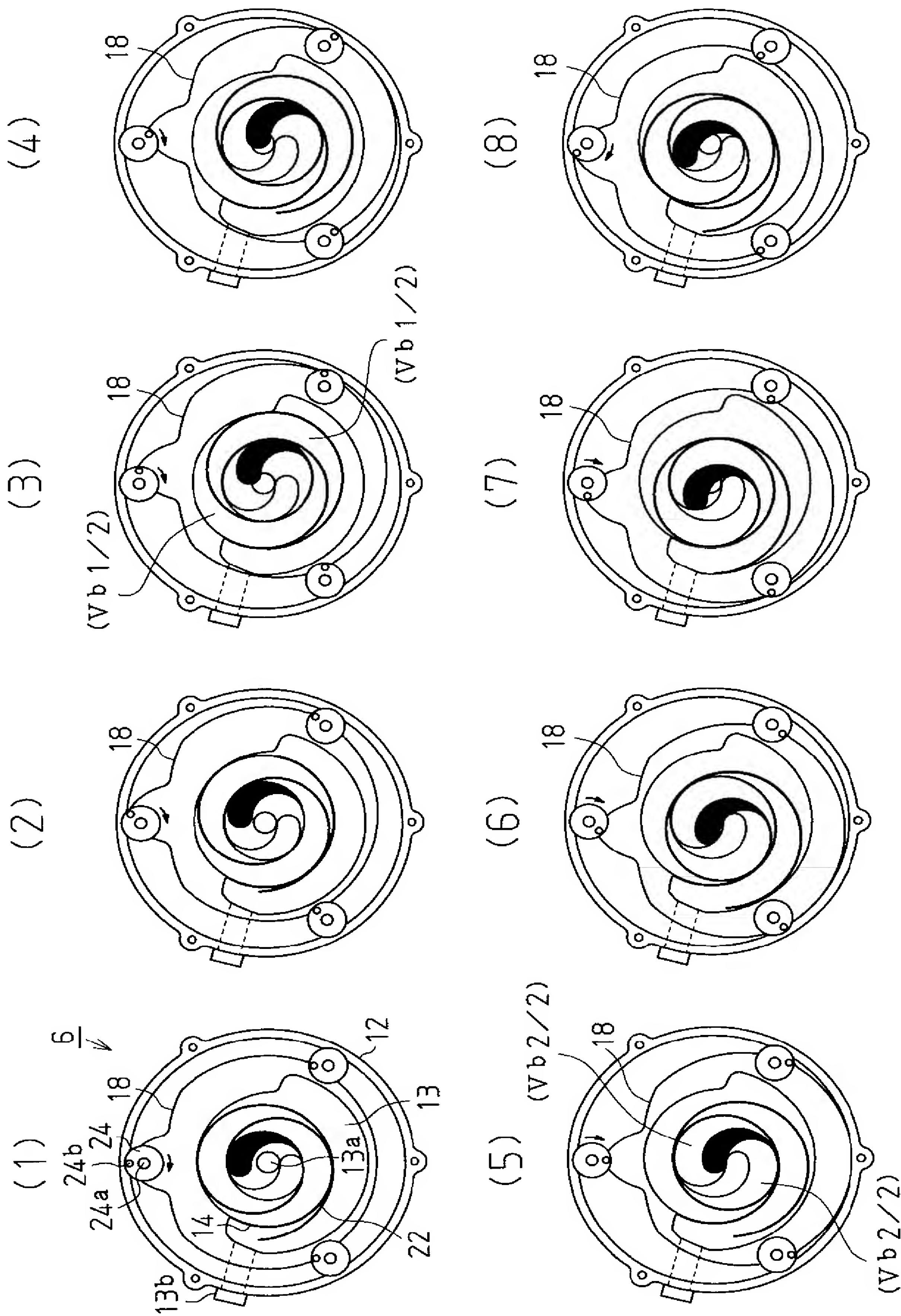
【図 1 2】



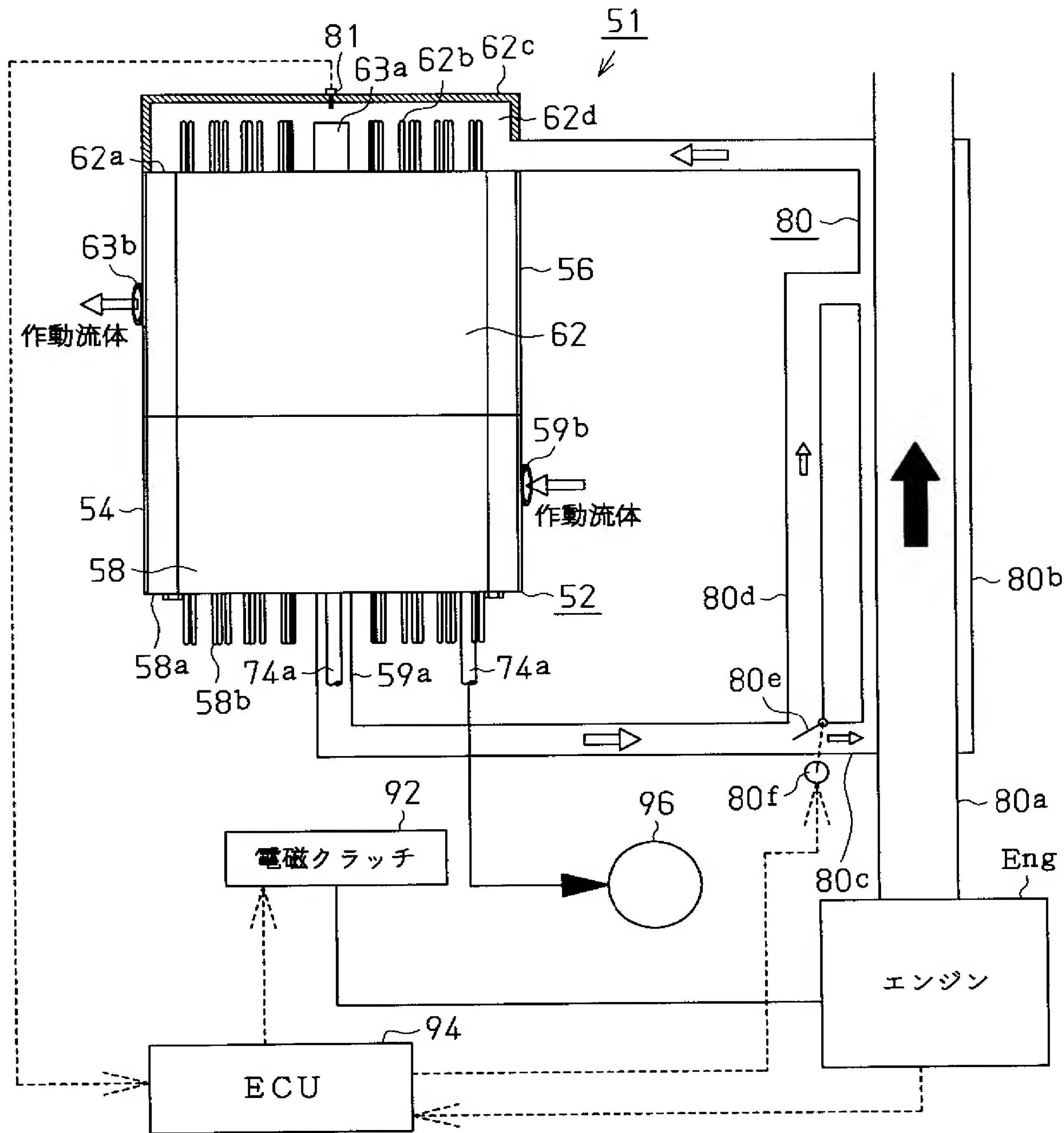
【図 13】



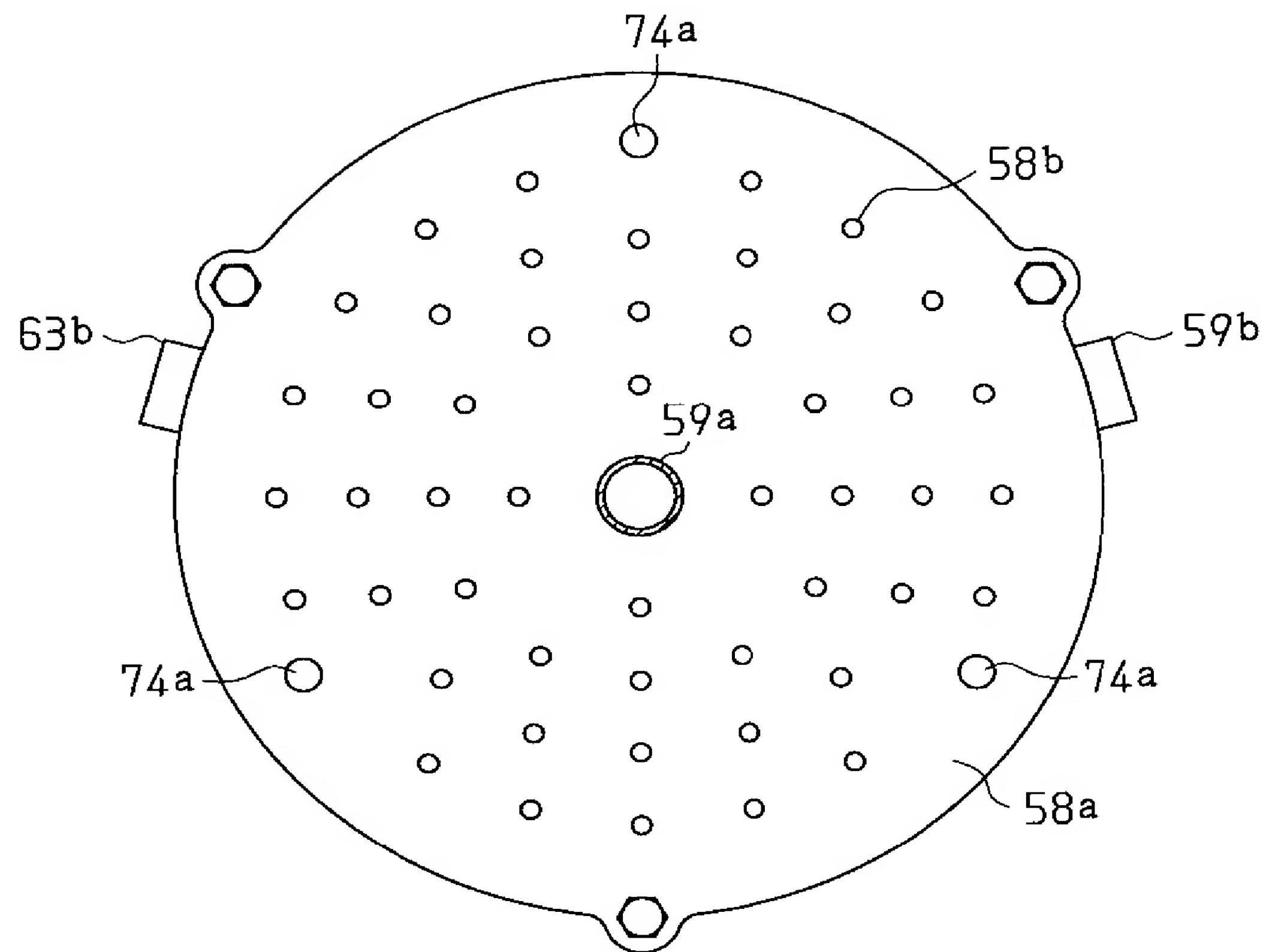
【図14】



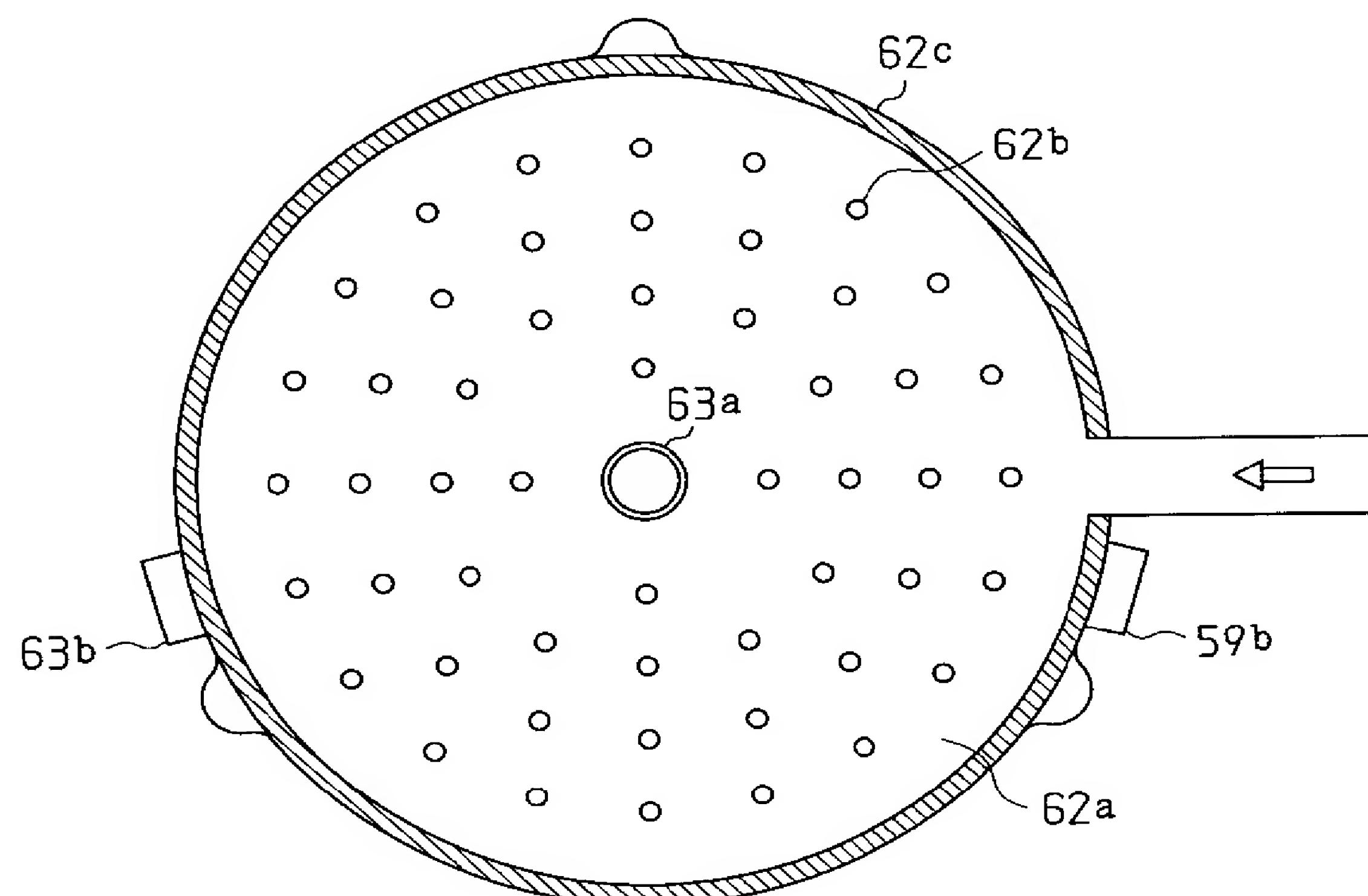
### 【図15】



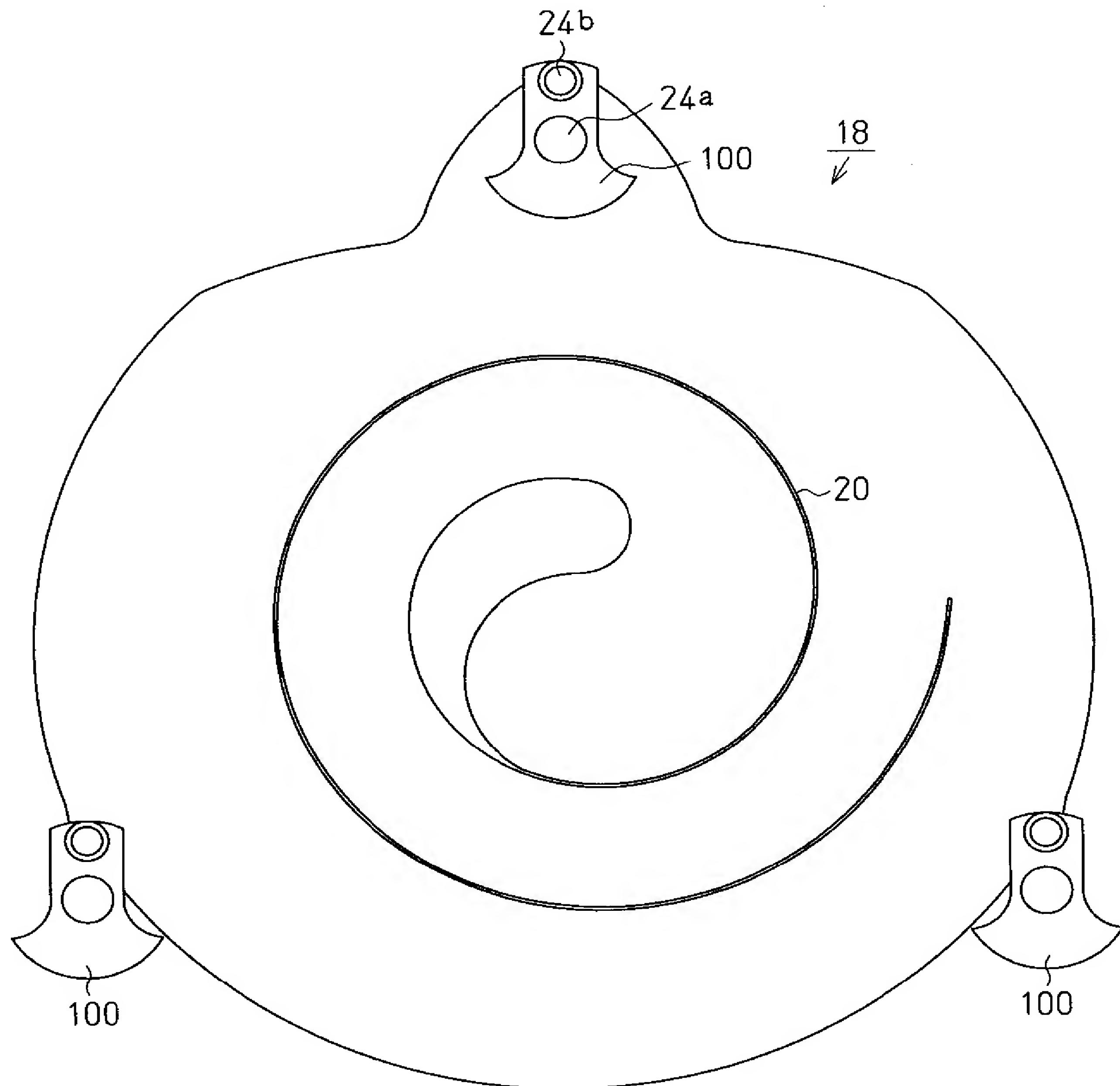
【図 1 6】



【図 1 7】



【図18】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の排気背圧を上昇させることなく、効率的に排気熱エネルギーを回収することができる内燃機関の排気熱エネルギー回収装置、及びこのような排気熱エネルギー回収装置に利用できるブレイトンサイクル装置。

【解決手段】 ブレイトンサイクル装置1はスクロール型圧縮機4とスクロール型膨張機6とを用いているため、構造としては簡単で小型化できる。作動流体は固定スクロールと旋回スクロールとの組み合わせにより分割されて密閉された状態でスクロール型圧縮機4やスクロール型膨張機6の内部で圧縮されかつ膨張する。このため熱エネルギーから運動エネルギーへの変換効率も優れている。更に排気は、作動流体に流路30aの管壁を介して伝熱して熱交換するのみで良いことから、更に小型化でき、排気などのエネルギー源の背圧には影響しない。こうして課題を達成できる。

【選択図】 図1

出願人履歴

000003207

19900827

新規登録

愛知県豊田市トヨタ町1番地

トヨタ自動車株式会社